

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 300 810

A1

DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 76 03650

(54)

Procédé et dispositif de patantage de fils d'acier.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.²). C 21 D 1/78, 9/52.

(22)

Date de dépôt 10 février 1976, à 16 h 9 mn.

(33) (37) (31)

Priorité revendiquée : Demandes de brevets déposées en Belgique le 14 février 1975,
n. 825.565 et le 13 août 1975, n. 832.391 au nom de la demanderesse.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 37 du 10-9-1976.

(71)

Déposant : Société anonyme dite : LE FOUR INDUSTRIEL BELGE, résident en Belgique.

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : Idem (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger, 115, boulevard Haussmann,
75008 Paris.

La présente invention est relative à un procédé de patentage de fils d'acier, en particulier de fils d'un diamètre d'au moins 10 mm., comprenant le chauffage des fils jusque dans la zone de formation d'austénite, suivi d'une trempe isotherme pour assurer la décomposition sensiblement complète de l'austénite en perlite.

D'une façon générale, il y a lieu d'entendre par "trempe isotherme" le refroidissement rapide, jusque dans la zone de formation perlitique désirée suivi d'un maintien isotherme, nécessaire pour assurer la décomposition complète de l'austénite et un détensionnement de l'acier.

Le patentage consiste à porter les fils d'acier à une température au-dessus du point de transformation AC_3 (voir diagramme Fe-C), par exemple 960°C, et à les y maintenir pendant un temps tel que l'on obtienne une austénisation parfaite, puis à les plonger dans un bain de fluide de trempe et à les y maintenir suffisamment longtemps pour que la transformation de structure par formation perlitique au dépend de l'austénite puisse se faire.

La température du milieu de trempe isotherme dépend de la nature de l'acier et de la structure qu'on désire obtenir ; elle est généralement de l'ordre de 530°C pour l'acier ordinaire.

L'opération de patentage peut s'effectuer suivant deux modes de réalisation différents :

1° - Le patentage en ligne :

Les fils sont multiples et forment une nappe qui passe successivement dans le four d'austénisation et dans le dispositif de trempe. Cette trempe peut avoir lieu à l'air, dans un bain de plomb ou dans un bain de sel.

2° - Le patentage en couronnes ou en bottes :

Dans un tel procédé les fils restent en couronnes telles qu'elles viennent du laminoir à fil machine et sont transportées du four d'austénitisation, qui est du type à chambre, dans une cuve à sel.

Les dispositifs de patentage en ligne, connus jusqu'à présent, sont de deux types différents.

Dans un premier type les fils sortant du four

d'austénitisation sont infléchis vers le bas pour les faire plonger dans un bain de trempe qui est de préférence formé de plomb liquide. Ensuite, pour sortir de ce bain, les fils subissent une nouvelle flexion. Le fait de devoir fléchir les fils pour les
5 plonger dans et sortir du bain de trempe limite l'application de ce type de procédé au patentage de fils de diamètre égal au maximum à 15 mm.

Le deuxième type de procédé de patentage en ligne permet de remédier à cet inconvénient et applique la technique dite "à la cataracte" avec débordement d'un bain placé au-dessus
10 d'une cuve de réception. Dans ce procédé, les fils sortant du four ne sont pas déviés mais passent directement dans le courant du fluide de trempe vertical provoqué par ce débordement.

Ce type de procédé présente également l'inconvénient que le liquide de refroidissement, formé par du plomb liquide ou des sels, vient en contact avec l'atmosphère et s'oxyde pour devenir rapidement inapte à refroidir les fils.
15

De plus, dans le cas du plomb, ce dernier s'évapore, ce qui présente un risque de saturnisme.

20 Un autre inconvénient encore est que du plomb peut être entraîné par les fils, ce qui empêche leur décapage correct.

Le patentage en couronnes ou en bottes présente également de très importants inconvénients et donne des fils de qualité médiocre et irrégulière.

25 En effet, il est pratiquement impossible d'obtenir dans une atmosphère inerte la phase d'austénitisation des fils, du fait des ouvertures et fermetures de la porte du four pour l'introduction des bottes, d'où une oxydation et décarburation des fils en surface.

30 Comme inévitablement des spires de fils enroulés se touchent et touchent également le support de charge, le cycle d'échauffement de ces points de contact des fils n'est pas identique à celui des surfaces libres de fils d'où des variations de structure métallographique non négligeables.

35 Les bottes de fils, après leur traitement dans le four d'austénitisation, doivent être transportées vers le bain de trempe isotherme. Ainsi, lors de ce transport, les fils peuvent s'oxyder, ce qui nécessite ultérieurement un décapage coû-

teux provoquant une perte de métal et une altération de la surface des fils.

Les mêmes inconvénients dus au contact des spires entre elles et avec les supports des fils se reproduisent au cours de la trempe isotherme, créant une nouvelle hétérogénéité de structure métallographique dans les fils.

Un des buts essentiels de la présente invention consiste à remédier aux inconvénients de ces procédés de patantage connus en proposant un nouveau procédé de patantage en ligne qui permet d'assurer un traitement thermique uniforme et d'appliquer le patantage à des fils de n'importe quel diamètre et qui est surtout avantageux pour des fils d'un diamètre d'au moins 10 mm.

A cet effet, suivant l'invention, la trempe isotherme a lieu en trois phases successives, une première phase au cours de laquelle la couche périphérique est refroidie jusqu'à une température inférieure à la température correspondant à celle du temps d'incubation minimum déterminé par les nez des courbes de transformation TTT de l'acier dont sont constitués les fils et qui soit telle que, dans une deuxième phase, par réchauffage de cette couche, au moins partiellement par des calories accumulées au coeur des fils, ces derniers atteignent une température sensiblement uniforme avant la transformation complète de l'austénite en ferrite et cémentite qui soit voisine de la température correspondant à celle du temps d'incubation minimum susdit, cette température étant alors maintenue au cours d'une troisième phase, au moins jusqu'à la transformation sensiblement complète de l'austénite en ferrite et cémentite.

Avantageusement, les fils sont refroidis au cours de la première phase susdite de manière à ce que la courbe de refroidissement ainsi obtenue pénètre dans la zone de transformation TTT jusqu'à un niveau situé en dessous du nez de ces courbes tout en ne quittant pas cette zone.

Suivant une forme de réalisation préférée de l'invention, on provoque le réchauffage de la couche périphérique des fils au cours de la deuxième phase, partiellement les calories accumulées au coeur des fils, partiellement par l'apport extérieur de calories.

Pendant la remontée en température, par égalisation

de celle-ci dans la masse des fils et par un apport calorifique extérieur, il est possible de transformer le restant de l'austénite et de pratiquer une opération d'autorevenu. Ce chauffage extérieur permet un contrôle précis de la température des fils
5 après la trempe tout en assurant une homogénéisation plus rapide de la température dans toute la masse des fils.

L'invention concerne encore une installation de patentage de fils d'acier qui peut en particulier être utilisée pour la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus.

10 Cette installation comprend un four d'austénitisation pour le chauffage des fils à une température située dans la zone de formation d'austénite, un dispositif de trempe de ces fils ainsi qu'un dispositif de maintien de température.

Ce dispositif est caractérisé par le fait qu'il
15 comprend en outre, entre le dispositif de trempe et le dispositif de maintien de température, un dispositif d'homogénéisation de température pour les fils provenant du dispositif de trempe. Ce dispositif d'homogénéisation de la température comprend avantageusement des moyens de chauffage pour les fils.

20 D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre d'exemple non limitatif, de deux formes de réalisation particulières de l'invention avec référence aux dessins annexés.

La figure 1 est une vue schématique en élévation,
25 avec brisures partielles et en coupe longitudinale, d'une forme de réalisation particulière d'une installation de patentage suivant l'invention.

La figure 2 est une section suivant la ligne II-II de la figure 1.

30 La figure 3 est une vue en élévation et en coupe longitudinale, à plus grande échelle d'un détail de la forme de réalisation montrée à la figure 1.

La figure 4 est une vue plus complète en élévation et en coupe longitudinale d'une partie de l'installation montrée
35 à la figure 1.

La figure 5 est une coupe suivant la ligne V-V de la figure 4.

La figure 6 est une vue en élévation et en coupe

longitudinale, à plus grande échelle, d'une autre forme de réalisation d'une partie de l'installation de patentage suivant l'invention.

La figure 7 est une coupe suivant la ligne VII-VII de la figure 6.

La figure 8 concerne un graphique montrant les courbes de transformation TTT de l'acier dont sont constitués les fils ainsi que la courbe montrant l'évolution de la température en fonction du temps pendant lequel les fils d'acier sont soumis à la trempe isotherme suivant l'invention.

Dans les différentes figures les mêmes chiffres de référence désignent les mêmes éléments ou des éléments analogues.

Le procédé de patentage suivant l'invention est essentiellement destiné aux fils d'acier d'un diamètre d'au moins 10 mm. Ce procédé comprend le chauffage des fils jusque dans la zone de formation d'austénite et ensuite un traitement permettant la formation perlitique. Ce traitement est constitué de trois phases successives :

- a) une première phase au cours de laquelle la couche périphérique des fils est refroidie rapidement jusqu'à une température inférieure à la température correspondant à celle du temps d'incubation minimum déterminé par les nez des courbes de transformation TTT ;
- b) une deuxième phase au cours de laquelle une homogénéisation de la température a lieu dans la masse des fils par réchauffage de la couche périphérique de ces derniers grâce, en partie au moins, aux calories accumulées au coeur des fils ;
- c) une troisième phase au cours de laquelle cette température est maintenue au moins jusqu'à la transformation sensiblement complète de l'austénite en ferrite et cémentite.

Pour obtenir le refroidissement rapide au cours de la trempe de la première phase du traitement susdit, on fait usage d'un courant turbulent de liquide qui est projeté sensiblement perpendiculairement et sous pression sur les fils, de manière à obtenir un échange de calories très efficace entre ces derniers et le liquide de refroidissement.

Suivant une forme de réalisation préférée de l'in-

vention, on fait passer les fils d'acier à travers une masse de liquide de refroidissement et on crée dans cette masse, en contact avec les fils, des tourbillons par lesdits jets traversant la masse de liquide de refroidissement.

5 Avantageusement, les fils sont refroidis au cours de la première phase susdite d'une manière telle que la courbe de refroidissement ainsi obtenue pénètre dans la zone des courbes de transformation TTT jusqu'à un niveau situé en dessous du nez de ces courbes tout en ne quittant pas cette zone. Ceci sera illustré
10 de façon plus détaillée par l'exemple concret donné ci-après.

 Pour obtenir une homogénéisation rapide de la température dans toute la masse des fils trempés au cours de la deuxième phase du traitement susdit, on provoque le réchauffage de la couche périphérique des fils partiellement par les calories
15 accumulées au coeur des fils, partiellement par l'apport extérieur de calories.

 Cette température doit être obtenue dans la zone délimitée par les courbes de transformation TTT et doit correspondre à celle qui est nécessaire pour le "maintien isotherme" au
20 cours de la troisième phase.

 Il peut être important, avant que les fils soient soumis au traitement d'homogénéisation de température, que toutes les particules de liquide de refroidissement qui pourraient être entraînées par les fils lors de la trempe au cours de la première
25 phase soient éliminées, par exemple par un courant d'air dirigé sur les fils au moment où ces derniers quittent l'opération de trempe.

 Au cours de cette trempe, on utilise de préférence, comme liquide de refroidissement, un mélange d'eau et d'huile dite soluble dans l'eau.
30

 Dans la troisième phase, on maintient les fils à une température déterminée par un courant de gaz provenant au moins partiellement de l'apport extérieur de calories au cours de la deuxième phase, ce courant de gaz se déplaçant le long de la
35 surface des fils.

 La température est réglée, au cours de cette troisième phase, par une dilution appropriée du courant de gaz provenant de la deuxième phase au moyen d'un apport d'air extérieur et

d'une recirculation à vitesse réglable de ce courant de gaz.

Cette troisième phase permet entre autres la libération des éventuelles tensions internes qui pourraient exister dans le métal après la trempe.

5 Le traitement de maintien peut avantageusement être suivi par un refroidissement des fils abaissant la température de ce dernier à l'abri de l'air jusqu'en dessous de leur température d'oxydation.

10 Le procédé suivant l'invention est particulièrement applicable aux fils d'acier destinés à la fabrication de béton armé. En général, la composition de l'acier destiné à la fabrication de tels fils ne varie qu'entre des limites relativement étroites de sorte qu'il a été possible de déterminer, avec une certaine précision, les conditions de patentage de ces fils.

15 Suivant l'invention, on refroidit la couche périphérique de ces fils sur une profondeur correspondant à environ un cinquième de la section totale des fils et ceci à une température comprise entre 450 et 550°C, dans un temps de tout au plus 12 secondes. Ensuite, par réchauffement de cette couche au moyen
20 de la chaleur accumulée au coeur des fils et éventuellement par l'apport extérieur de calories, on amène la section totale des fils à une température sensiblement homogène qui est de l'ordre de 500 à 550°C et ceci en environ 5 à 10 secondes. Cette température est alors maintenue pendant environ 20 à 30 secondes puis
25 les fils sont refroidis jusqu'en dessous de leur température d'oxydation.

Le procédé de patentage suivant l'invention est illustré d'une façon concrète par l'exemple donné ci-après.

EXEMPLE.

30 Un fil d'acier de 20 mm de diamètre et ayant la composition suivante :
C : 0,81% ; Mn : 0,57% ; P : 0,012% ; Ni : 0,09% ; Sn : 0,003% ;
Si : 0,28% ; S : 0,023% ; Cr : 0,05% ; Cu : 0,06%,
est soumis au patentage, et en particulier à la trempe isotherme
35 suivant l'invention.

La représentation des courbes de décomposition isotherme TTT t_1 et t_{99} de l'acier, montrée à la figure 8, est complétée par une courbe c représentant la variation de la tempé-

rature de la surface extérieure du fil en fonction du temps au cours de ladite trempe isotherme.

La courbe t_1 est le lieu géométrique des points qui indiquent le temps nécessaire à la température en ordonnée pour obtenir une décomposition de 1% du volume total de la phase austénitique, alors que la courbe t_{99} est le lieu géométrique des points indiquant le temps nécessaire à la température indiquée en ordonnée pour obtenir une décomposition de 99% de la phase austénitique. L'abscisse donne le logarithme de ce temps qui est appelé "temps d'incubation". Ce temps d'incubation atteint un minimum au nez "a" des courbes de transformation t_1 et t_{99} . Ce fil d'acier susdit est d'abord chauffé à une température de l'ordre de 1050°C pendant 90 secondes de manière à former de l'austénite.

Ensuite, le fil ainsi traité est refroidi par un mélange, sous pression, d'eau et d'huile soluble dans l'eau, de préférence dans un rapport de 10 litres d'eau et de 1 litre d'huile. Le liquide de refroidissement est maintenu à une température de l'ordre de 50°C.

La durée de refroidissement est d'environ 6 à 8 secondes. Ainsi, le fil subit un refroidissement superficiel brusque de manière à ce qu'il soit refroidi sur environ un cinquième de sa section totale à une température de l'ordre de 450°C. Ceci constitue donc la première phase du traitement susdit et est indiqué sur la courbe "c" par le segment L_1 .

Au cours de la deuxième phase, une partie de la chaleur accumulée au noyau du fil se diffuse vers la surface refroidie. Cette opération est accélérée en chauffant simultanément la surface extérieure du fil. Ainsi, on obtient une homogénéisation complète de la température dans toute la section du fil à environ 530°C.

Le segment L_2 montre, dans la figure 8, la variation de température à la surface du fil au cours de cette deuxième phase.

Au cours du maintien isotherme, indiqué par le segment L_3 , cette température est maintenue pendant environ 30 secondes afin de permettre la transformation complète de l'austénite en perlite et cémentite et d'obtenir le détensionnement de

l'acier ayant subi cette transformation.

Enfin, on refroidit le fil jusqu'en-dessous de la température d'oxydation, cette dernière phase étant visualisée par la partie de la courbe "c" délimitée par le segment L_4 .

5 Les figures 1 à 3 concernent une forme de réalisation particulière d'une installation de patentage suivant l'invention qui permet la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus.

Il s'agit d'une installation de patentage rectiligne qui comprend essentiellement un ou deux dérouleurs-dresseurs
10 de fils destinés à faire avancer le ou les fils dans un plan sensiblement horizontal suivant une direction bien déterminée, un décalamineur pour le fil, un four d'austénitisation, un dispositif de trempe, un dispositif d'homogénéisation de température, un dispositif de maintien de la température, un refroidisseur,
15 une installation de traitement de surface, un séchoir et un ou deux enrouleurs à la fin de l'installation pour le stockage des fils traités. Les deux rouleurs-dresseurs, le refroidisseur, l'installation de traitement de surfaces, le séchoir et les enrouleurs n'ont pas été représentés aux figures étant donné que ces dispositifs ne font pas l'objet de la présente invention et peuvent par
20 exemple être du type classique.

Le four d'austénitisation 1 est destiné à porter le ou les fils à une température au-dessus du point de transformation en AC_3 , par exemple $960^{\circ}C$, et à l'y maintenir pendant un
25 temps tel que l'on obtienne une austénitisation parfaite.

L'installation montrée aux figures est conçue pour traiter deux fils simultanément, ce qui, pour un tonnage horaire donné, divise la vitesse du fil dans le four par deux.

Ce four comprend, comme montré aux figures 4 et
30 5, une chambre de chauffage tubulaire 2 d'axe sensiblement horizontal et des brûleurs à combustion interne 3 aboutissant dans la partie supérieure de cette chambre. Ces brûleurs sont orientés de manière à créer un courant sensiblement hélicoïdal de gaz de combustion autour des fils 4 se déplaçant sensiblement parallèle-
35 ment à l'axe de cette chambre.

Dans la forme de réalisation montrée aux figures 4 et 5, les brûleurs sont montés au-dessus de la chambre de chauffage 2 suivant des axes verticaux et débouchent dans la paroi su-

périeure de cette chambre.

La paroi de la chambre de chauffage 2 opposée à celle où débouchent les brûleurs 43 qui est, dans la présent cas, le fond de la chambre, présente une allure courbée en forme de
5 défecteur pour les gaz de combustion injectés dans cette chambre, de manière à provoquer autour des fils 4 le courant hélicoïdal susdit montré par les flèches 46 dans la figure 5. Comme montré à cette figure, le fond 45 de la chambre de chauffage présente la forme de deux demi-cylindres juxtaposés, chacun des fils pas-
10 sant par l'axe d'un de ces demi-cylindres. Les brûleurs 43 débouchent au-dessus de l'endroit de ce fond 45 où les deux demi-cylindres se rejoignent de manière à ce que les gaz de combustion soient défléchis.

Les fils 4 sont maintenus sensiblement dans l'axe
15 des demi-cylindres respectifs de la chambre de chauffage 2 au moyen de supports 47 judicieusement espacés. Chacun de ces supports présente une surface de guidage creuse d'allure semi-conique dont l'axe coïncide avec celui des demi-cylindres susdits et dont la base est dirigée vers l'entrée du four. Chacun des fils
20 4 s'appuie dans lesdits supports au sommet de leur surface d'allure semi-conique. Ainsi, si sous l'influence de la chaleur régnant dans le four un fil poussé dans le dernier par l'intermédiaire des dérouleurs-dresseurs susdits subit une flexion vers le bas, au moment où l'extrémité avant de ce fil rencontre le pre-
25 mier support 47, le fil sera redressé et orienté suivant l'axe de la surface semi-cylindrique de la partie du fond considéré de la chambre de chauffage. De la même façon, si entre deux supports consécutifs cette flexion se répète, le redressement a lieu par le support suivant.

30 Grâce à la forme de la chambre de combustion 2 et à la disposition des brûleurs 43, un échauffement ultra-rapide des fils introduits dans le four a lieu.

De plus, grâce à l'utilisation de brûleurs à combustion interne, il n'y a pas de contact des fils avec des gaz
35 en combustion, combustion qui donnerait lieu à des réactions chimiques avec le fil en endommageant ce dernier.

Il est possible de régler l'alimentation des brûleurs de manière à ce que ces derniers émettent des gaz légè-

rement réducteurs pour éviter l'oxydation des fils.

Avantageusement, afin d'assurer la combustion complète de l'oxygène du mélange air-gaz combustible, ce mélange est fourni aux brûleurs par un mélangeur de type approprié dont
5 nant en amont des brûleurs un rapport air-gaz constant, quels que soient le débit et les pertes de charge dans le collecteur entre le mélangeur et les brûleurs. Etant donné que le mélangeur susdit peut être de type connu, il n'a pas été représenté aux figures malgré le fait qu'il constitue un élément essentiel du
10 four d'austénitisation suivant l'invention.

Comme la quantité de chaleur transmise aux fils par unité de temps est très fortement augmentée, on obtient ainsi l'austénitisation des fils au moyen d'un four de dimensions très réduites.

15 Comme déjà signalé ci-dessus, la forme même des parois de la chambre de combustion 2 fait que les gaz chauffants y circulent suivant une spirale à pas très court dû à la pression qui règne dans la chambre, provoquant donc un passage répété de la même molécule de gaz un grand nombre de fois au con-
20 tact du fil.

Suivant l'invention, la chambre 2 peut être divisée en deux zones de chauffage : une première zone de pré-chauffage dans laquelle on pourra pousser la température au-dessus de la température finale désirée pour le fil et une seconde
25 zone dite de "soaking" dans laquelle le fil atteint sa température d'austénitisation et reste à cette température le temps voulu pour une mise en solution austénitique complète.

Enfin, la sortie de la chambre 2 présente autour du fil 4 une presse-étoupe 48 en fibres céramiques qui résistent
30 à une température d'emploi et qui évite le passage des gaz chauffants vers le dispositif de trempe isotherme 9 monté en aval du four d'austénitisation 1.

Ce four est immédiatement suivi par un dispositif de trempe 5 comprenant des moyens pour projeter sur les fils sor-
35 tant du four d'austénitisation 1 un liquide de refroidissement.

Ces moyens comprennent des rampes de projection 6 pour le liquide de refroidissement délimitant un espace 7 dans lequel les fils à tremper 4 se déplacent. Ces rampes sont munies

de gicleurs 8 orientés vers les fils permettant ainsi de diriger sous pression des jets de liquide de refroidissement 3 directement contre la surface de ces derniers.

5 Le liquide de refroidissement ayant été projeté contre les fils 4 et récupéré en dessous des rampes 6 dans un réservoir 10 dans lequel des moyens sont éventuellement prévus pour maintenir le liquide à une température suffisamment basse, tout au plus de l'ordre de 50°C par exemple. Ce liquide de refroidissement est alimenté aux rampes 6 par une pompe de circulation non représentée. Cette pompe amène le liquide dans un collecteur de répartition 9 alimentant les rampes d'une quantité égale de liquide.

10 Le réservoir 10 est divisé en deux compartiments 11 et 12 par une cloison 13 dans laquelle est prévu un filtre 14. La pompe de circulation non représentée est agencée de manière à aspirer le liquide du compartiment 13, le liquide ayant été projeté contre les fils étant récupéré dans le compartiment 11. Ainsi, on peut séparer le liquide de refroidissement de particules d'oxyde métallique qui seraient entraînées par le liquide projeté contre le fil avant l'entrée de celui-ci dans le canal d'aspiration de la pompe.

20 Lors de la sortie du dispositif de trempe 5, le fil 4 traverse un dispositif 15 empêchant l'entraînement des particules liquides par les fils. Ce dispositif 15 a été représenté à plus grande échelle à la figure 3 et comprend des moyens pour diriger de l'air sous pression contre le fil au moment où il quitte le dispositif de trempe 5.

25 Cet air passe par une conduite 16 suivant le sens des flèches 17 et s'engage dans une fente annulaire conique 18 entourant chaque fil 4 sortant du dispositif de trempe 5 et orientée de manière à permettre à l'air passant par cette fente de chasser vers le dispositif de trempe les particules qui pourraient encore se trouver sur le fil.

30 Les fils ainsi débarrassés des particules de liquide de refroidissement continuent leur trajectoire rectiligne dans un dispositif d'homogénéisation de température 19 qui est en fait constitué d'un four du type analogue au four d'austénitisation 1. Ce dispositif présente donc également une chambre de

chauffage tubulaire 20 dans l'axe de laquelle se déplacent les fils 4 et des brûleurs 21 permettant de créer dans cette chambre une convection de gaz de combustion.

Cette chambre chauffante 20 permet, par son apport calorifique, d'homogénéiser rapidement la température dans la masse des fils. Cette homogénéisation se fait par le rayonnement de la chaleur interne vers la surface des fils et par un apport calorifique de l'extérieur vers l'intérieur par convection.

Le but de cette opération est double :

- 10 1° - homogénéiser rapidement la température dans toute la masse des fils car cette homogénéisation doit s'effectuer dans la zone entre les courbes de transformation t_1 et t_{99} , comme montré par exemple à la figure 4.
- 15 2° - amener le produit à traiter à la température désirée pour le maintien isotherme.

Comme dans le four d'austénitisation 1, des moyens de guidage non représentés pour les fils se déplaçant dans la chambre de chauffage 20 sont prévus dans le cas où des contraintes ou tensions internes déformeraient les fils.

20 Ensuite, le fil passe dans un dispositif de maintien isotherme 22 qui comprend un tube isolé thermiquement 23 situé dans le prolongement du dispositif d'homogénéisation.

L'entrée de ce tube 23 est raccordée par l'intermédiaire d'un caisson étanche 24 à la sortie du dispositif d'homogénéisation 19. La sortie du tube 23 est raccordée à une cheminée 25.

De plus, un tuyau de recirculation est monté entre le caisson 24 et la sortie du tube 23, un clapet de réglage de débit 29 étant monté à l'intérieur de ce tuyau 27.

30 Une amenée d'air extérieur aboutit à ce dernier pour permettre de diluer le courant de gaz recirculé par de l'air à une température relativement basse.

Ainsi, il est possible de régler facilement la température dans le tube 23 en réglant la position du clapet 29 et, par l'amenée 26, l'entrée directe d'air extérieur dans le tube 23.

Des organes de contrôle 30 sont montés sur le tube 23 pour maintenir à l'intérieur de celui-ci, par le réglage susdit,

une température sensiblement constante.

Un courant de gaz de température bien déterminée peut ainsi circuler en continu dans le sens de déplacement du fil à l'intérieur du tube 23. Comme indiqué par les flèches 31, le courant de gaz en contact avec la surface des fils dans le tube 23 est formé d'une partie de gaz de la chambre de chauffage 20, d'une partie de gaz recirculé et d'air extérieur.

Le traitement dans le dispositif de trempe 5 permet le refroidissement des fils, comme indiqué par le segment L_1 , à la figure 4, le dispositif d'homogénéisation 19 permet le réchauffage de la couche périphérique des fils, comme indiqué sur le courbe c par le segment L_2 , tandis que le dispositif de maintien isotherme correspond à la partie de la courbe c indiquée par le segment L_3 . Le refroidissement subséquent indiqué par le segment L_4 a lieu dans un refroidisseur connu en soi non représenté aux figures.

Une forme de réalisation préférentielle du dispositif de trempe 5 a été montrée aux figures 6 et 7.

Celle-ci présente pour chaque fil 4 un espace tubulaire 7 dans lequel une masse de liquide de refroidissement immergeant le fil peut circuler suivant un mouvement tourbillonnaire en contact avec ce dernier.

Cet espace 7 est avantageusement délimité par un cylindre sensiblement horizontal 6 présentant, dans sa paroi cylindrique, sur au moins une portion de sa longueur, des perforations 8 formant office d'injecteurs. Un trop-plein 49 est prévu à la partie supérieure du cylindre 6 pour l'évacuation, par débordement, du liquide de refroidissement injecté ; le cylindre est donc toujours entièrement rempli de liquide de refroidissement. Ce cylindre 6 est entouré d'une gaine 50 dans laquelle est introduite, par une conduite 56, du liquide de refroidissement sous pression qui passe ensuite à travers les perforations dans le cylindre 6 sous forme de jets vigoureux orientés vers le fil, pour créer ainsi, en contact avec ce dernier, les tourbillons susdits permettant un refroidissement intense du fil.

Le cylindre 6 présente à son entrée pour le fil, provenant du four 1, une paroi 51 dans laquelle est prévu un passage central pour le fil, formé par une pièce de guidage 52 s'adaptant

tant autour du fil et assurant ainsi une certaine étanchéité pour le liquide de refroidissement. A son extrémité opposée, le cylindre 6 présente un tube 53 remplaçable coaxial au cylindre 6. Ce tube a une longueur déterminée et s'engage dans le cylindre sur une partie de la longueur de ce dernier. L'extrémité du tube située à l'intérieur du cylindre est également pourvue d'un passage délimité par une pièce de guidage 54, analogue à la pièce 52.

L'ensemble formé par la gaine 50, le cylindre 6 et le tube 53 est monté sur un support 54' pouvant basculer suivant une direction perpendiculaire à son axe, comme montré à la figure 7 par la flèche 55, de manière à permettre le remplacement aisé du tube 53 engagé dans le cylindre par un autre tube de longueur différente.

De cette façon, il est possible d'adapter très facilement la longueur de la zone de refroidissement dans le cylindre, qui s'étend entre les deux pièces 52 et 54, et, par conséquent, la durée de refroidissement en fonction du diamètre des fils à traiter, de la nature et de la qualité recherchées de l'acier dont ils sont constitués ainsi que de la nature et de la température du liquide de refroidissement utilisé.

REVENDICATIONS

1. Procédé de patentage de fils d'acier, comprenant le chauffage des fils jusque dans la zone de formation d'austénite suivi d'une trempe isotherme pour assurer la décomposition sensiblement complète de l'austénite en perlite, caractérisé en ce que la trempe isotherme a lieu en trois phases successives, une première phase au cours de laquelle la couche périphérique est refroidie jusqu'à une température inférieure à la température correspondant au temps d'incubation minimum déterminé par le nez des courbes de transformation TTT de l'acier dont sont constitués les fils et qui soit telle que, dans une deuxième phase, par réchauffage de cette couche, au moins partiellement par les calories accumulées au coeur des fils, ces derniers atteignent une température sensiblement uniforme avant la transformation complète de l'austénite en ferrite et cémentite qui soit voisine de la température correspondant au temps d'incubation minimum déterminé par les courbes de transformation TTT, cette température étant alors maintenue, au cours d'une troisième phase, au moins jusqu'à la transformation complète de l'austénite en ferrite et cémentite.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les fils sont refroidis au cours de la première phase susdite, de manière à ce que la courbe de refroidissement, ainsi obtenue pénètre dans la zone des courbes de transformation TTT jusqu'à un niveau situé en dessous du nez de ces courbes, tout en ne quittant pas cette zone.

3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on provoque le réchauffage de la couche périphérique des fils au cours de la deuxième phase, partiellement par les calories accumulées au coeur du fil, partiellement par apport extérieur de calories.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on provoque le refroidissement des fils d'acier au cours de la première phase par un liquide de refroidissement entrant en contact intime avec les fils.

5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste à faire passer les fils d'acier à travers une masse de liquide de refroidissement et à créer dans cette

masse, en contact avec les fils, des tourbillons par des jets traversant la masse de liquide de refroidissement.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que, dans la troisième phase, on maintient les fils à une température déterminée par un courant de gaz provenant au moins partiellement de l'apport extérieur de calories au cours de la deuxième phase, ce courant se déplaçant le long de la surface des fils.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'on règle la température du courant de gaz, provenant de la deuxième phase et utilisé dans la troisième phase pour maintenir les fils d'acier à une température déterminée, par une dilution appropriée de ce courant au moyen d'air extérieur et par une recirculation à vitesse réglable de ce courant de gaz en contact avec lesdits fils.

8. Installation de patentage de fils d'acier, en particulier pour la mise en oeuvre du procédé susdit, comprenant un four d'austénitisation pour le chauffage des fils à une température située dans la zone de formation d'austénite, un dispositif de trempe de ces fils ainsi qu'un dispositif de maintien de température, caractérisée en ce qu'elle comprend, entre le dispositif de trempe et le dispositif de maintien de température, un dispositif d'homogénéisation de température pour les fils provenant du dispositif de trempe.

9. Installation suivant la revendication 8, caractérisée en ce que le dispositif d'homogénéisation de température comprend des moyens de chauffage extérieur pour les fils.

10. Installation suivant l'une ou l'autre des revendications 8 et 9, caractérisée en ce que le dispositif de trempe comprend des moyens permettant de projeter sur les fils un liquide de refroidissement.

11. Installation suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que le dispositif de trempe présente un espace tubulaire dans lequel au moins un fil à traiter peut se déplacer sensiblement parallèlement à l'axe de cet espace et dans lequel une masse de liquide de refroidissement immergeant ledit fil peut circuler suivant un mouvement tourbillonnaire au contact avec ce dernier.

12. Installation suivant la revendication 11, caractérisée en ce que ledit espace tubulaire est délimité par un cylindre sensiblement horizontal présentant dans sa paroi cylindrique, sur au moins une portion de sa longueur, des perforations pour l'injection de liquide de refroidissement dans le sens de l'axe du cylindre et à sa partie supérieure un trop-plein pour l'évacuation, par débordement, du liquide de refroidissement injecté, des moyens étant prévus pour guider le fil dans le cylindre suivant son axe.
- 10 13. Installation suivant la revendication 12, caractérisée en ce que le cylindre est au moins partiellement entouré d'une gaine dans laquelle est introduit, sous pression, le liquide de refroidissement injecté dans ledit cylindre par les perforations prévues dans la paroi de ce dernier.
- 15 14. Installation suivant l'une ou l'autre des revendications 12 et 13, caractérisée en ce que le cylindre présente, à son extrémité d'entrée pour le fil, une paroi dans laquelle est prévu un passage pour le fil et, à son extrémité opposée, un tube remplaçable coaxial, de longueur déterminée, s'engageant
- 20 sur une partie de la longueur du cylindre dans ce dernier, ce tube présentant à son extrémité située dans le cylindre également un passage pour le fil, celui-ci étant mouillé par le liquide de refroidissement entre les deux passages susdits.
- 25 15. Installation suivant la revendication 14, caractérisée en ce que le cylindre est monté sur un support mobile suivant une direction perpendiculaire à son axe, de manière à permettre le remplacement du tube engagé dans le cylindre par un autre tube de longueur différente.
- 30 16. Installation suivant l'une quelconque des revendications 10 à 15, caractérisée en ce que le dispositif empêchant l'entraînement de liquide de refroidissement comprend un circuit d'air sous pression permettant de provoquer en amont du dispositif de chauffage, contre la surface des fils sortant du dispositif de trempe, un bouchon d'air sous pression créant en outre
- 35 un courant d'air le long de cette surface de sens opposé à celui du déplacement du fil trempé.
17. Installation suivant l'une quelconque des revendications 10 à 16, caractérisée en ce que le dispositif de

trempe comprend un réservoir de liquide de refroidissement communiquant avec l'espace de ce dispositif dans lequel le fil à tremper se déplace de manière à récupérer le liquide passant à travers cet espace et à permettre ainsi de le recirculer, des
5 moyens étant prévus pour maintenir la température du liquide de ce réservoir en dessous d'une température prédéterminée.

18. Installation suivant l'une quelconque des revendications 9 à 17, caractérisée en ce que le dispositif d'homogénéisation comprend un four présentant une chambre de chauffage tubulaire dans lequel les fils se déplacent suivant l'axe
10 de cette dernière.

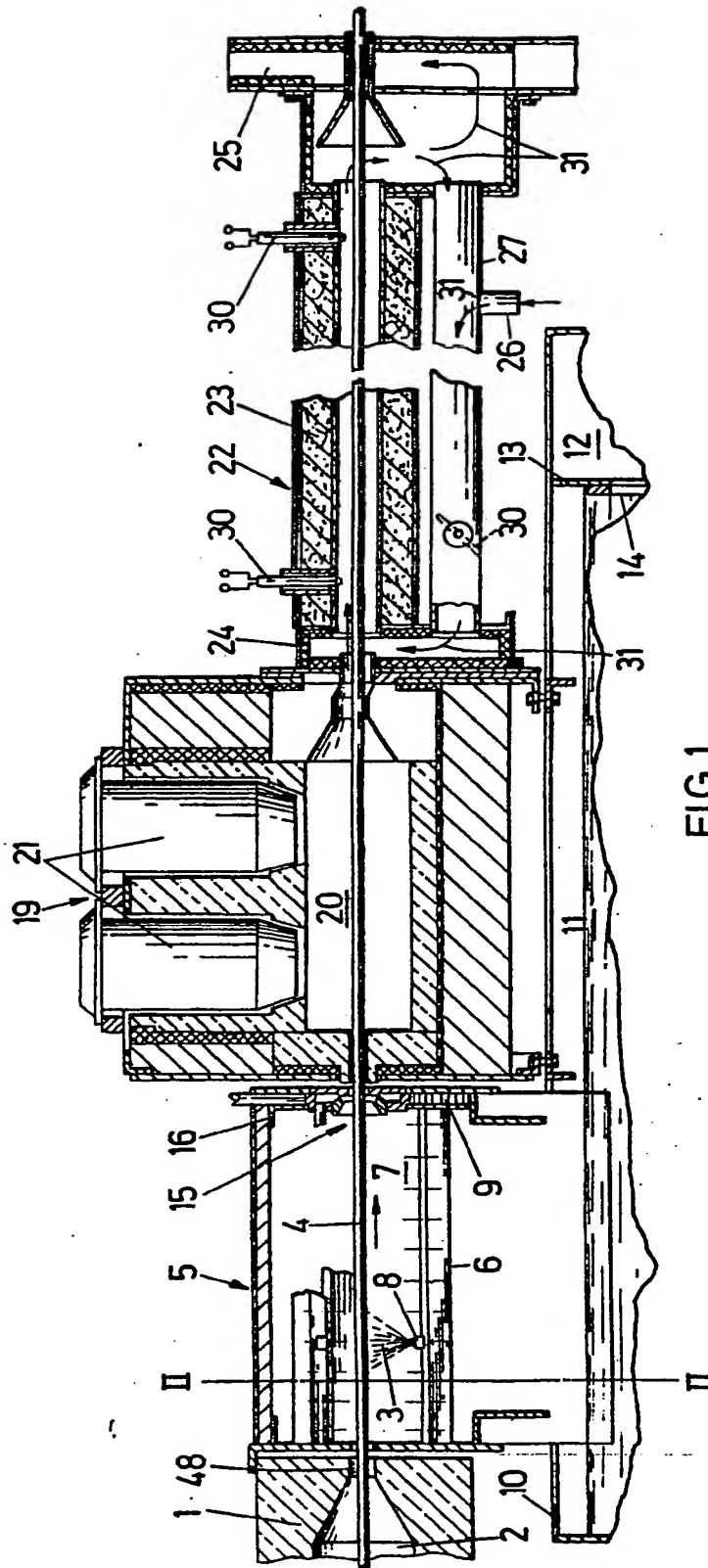
19. Installation suivant l'une quelconque des revendications 8 à 18, caractérisée en ce que le dispositif de maintien comprend un tube isolé thermiquement, situé dans le prolonge-
15 ment du dispositif d'homogénéisation et raccordé à la sortie de ce dernier par une de ses extrémités, l'autre extrémité étant raccordée à une cheminée, un tuyau de recirculation étant prévu dont une des extrémités communique avec l'entrée dudit tube et dont l'autre extrémité communique simultanément avec la sortie du
20 tube et la cheminée susdite, un clapet de réglage de débit étant monté dans le tuyau de recirculation et une amenée d'air extérieur étant prévue sur le tuyau de recirculation précité.

20. Installation de patentage de fils, en particulier installation suivant l'une quelconque des revendications 8
25 à 19, caractérisée en ce qu'elle comprend un four d'austénitisation présentant une chambre de chauffage tubulaire et des brûleurs à combustion interne aboutissant à cette chambre et orientés d'une manière telle qu'un courant sensiblement hélicoïdal de gaz de combustion est provoqué autour du fil se déplaçant sensiblement paral-
30 lèlement à l'axe de cette chambre.

21. Installation suivant la revendication 20, caractérisée en ce qu'au moins la paroi de la chambre de combustion, opposée à celle où débouchent les brûleurs, présente une allure courbée autour de l'axe de la chambre en forme de déflecteur pour
35 les gaz de combustion injectés par les brûleurs dans cette chambre, de manière à provoquer autour du fil le courant hélicoïdal susdit.

22. Installation suivant la revendication 21, caractérisée en ce que des moyens sont prévus pour déplacer simul-

tanément plusieurs fils dans la chambre de chauffage du four parallèlement à l'axe de celle-ci, une paroi courbée en forme de déflecteur s'étendant autour d'une partie du pourtour de chacun de ces fils séparément, du côté de la chambre opposée à celle
5 où débouchent les brûleurs.



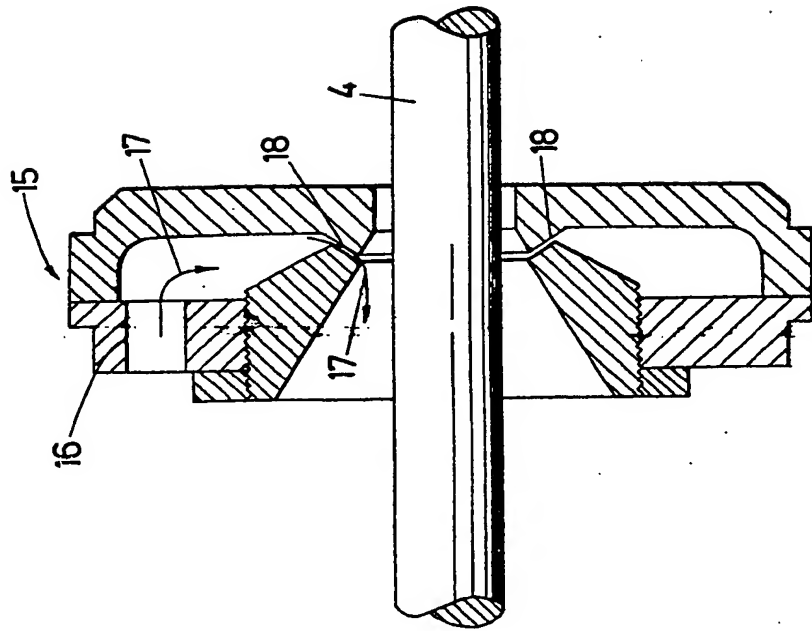


FIG.3

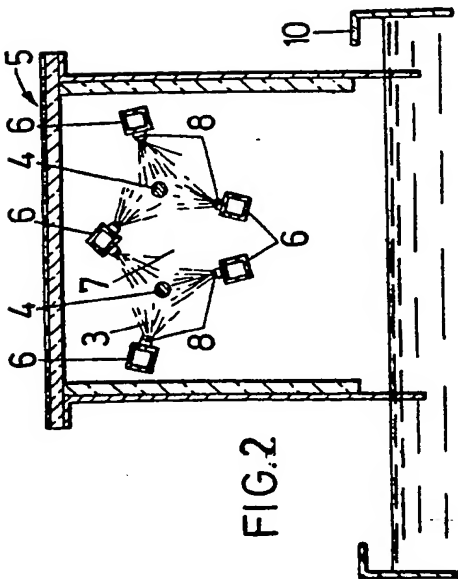


FIG.2

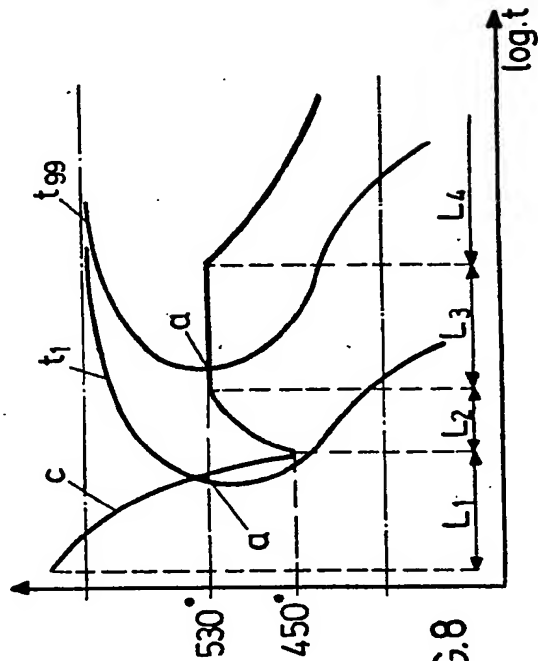
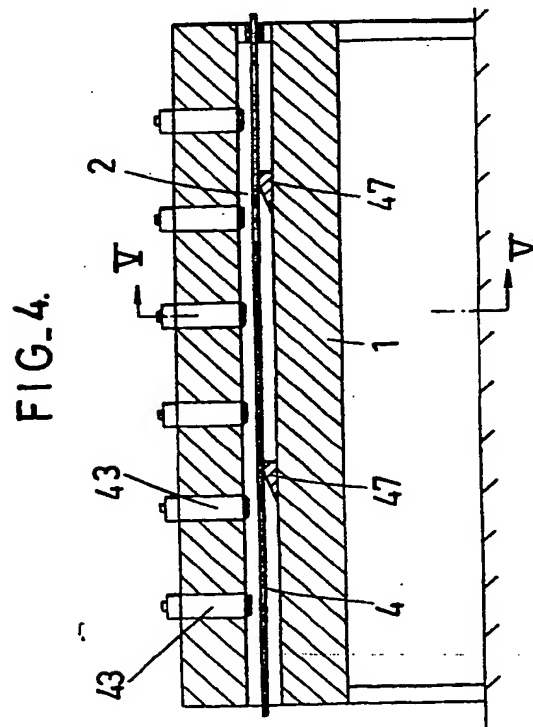
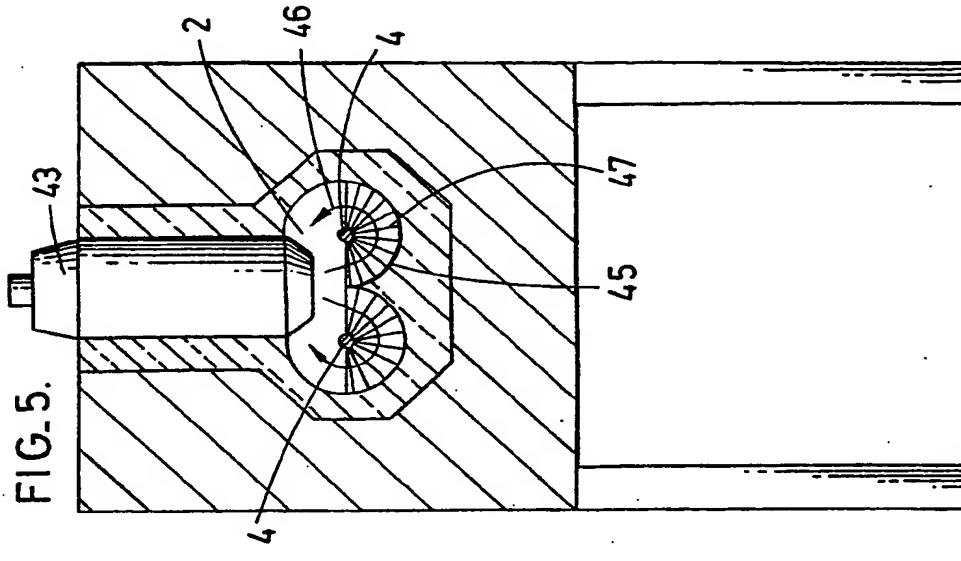


FIG.8



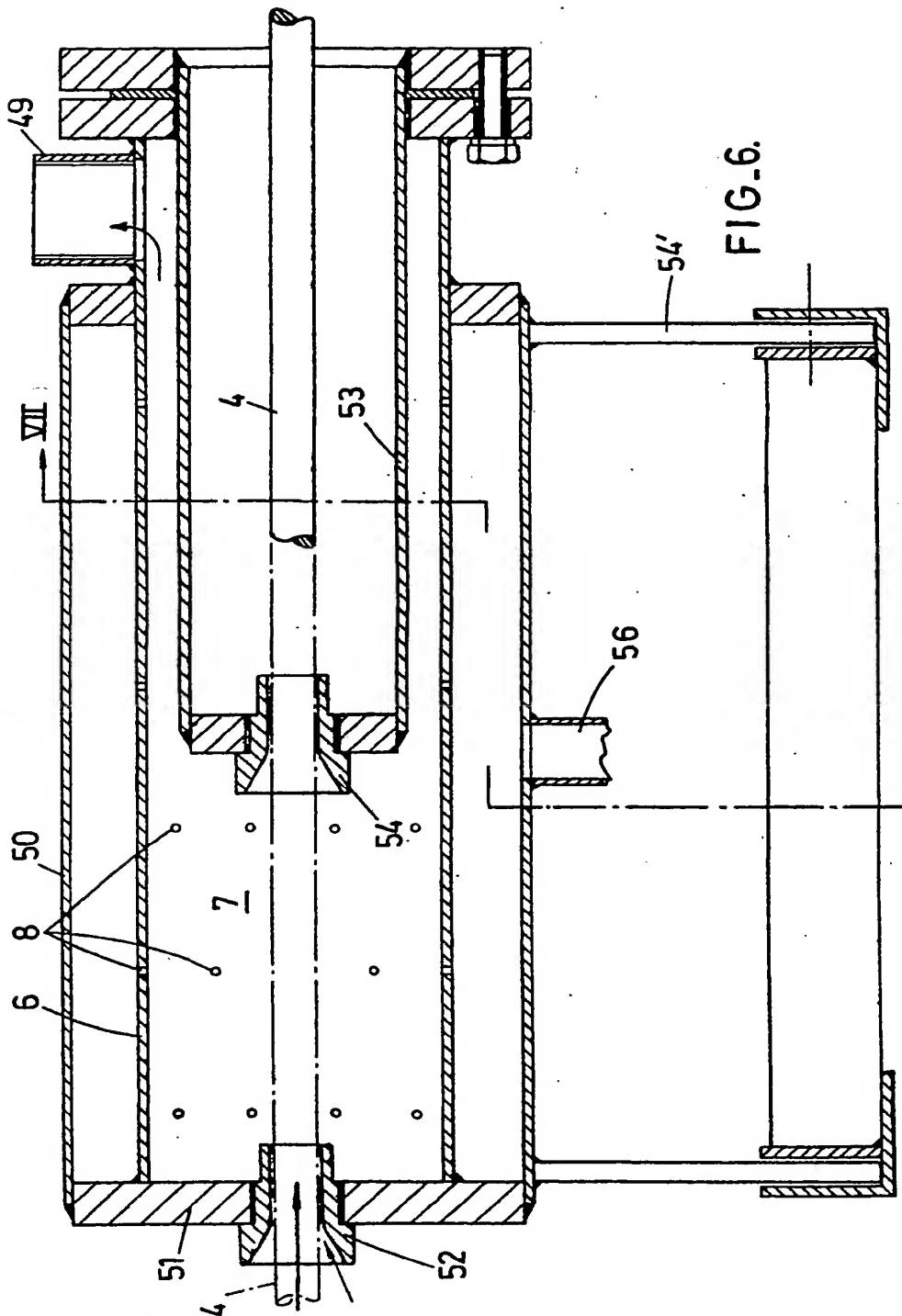
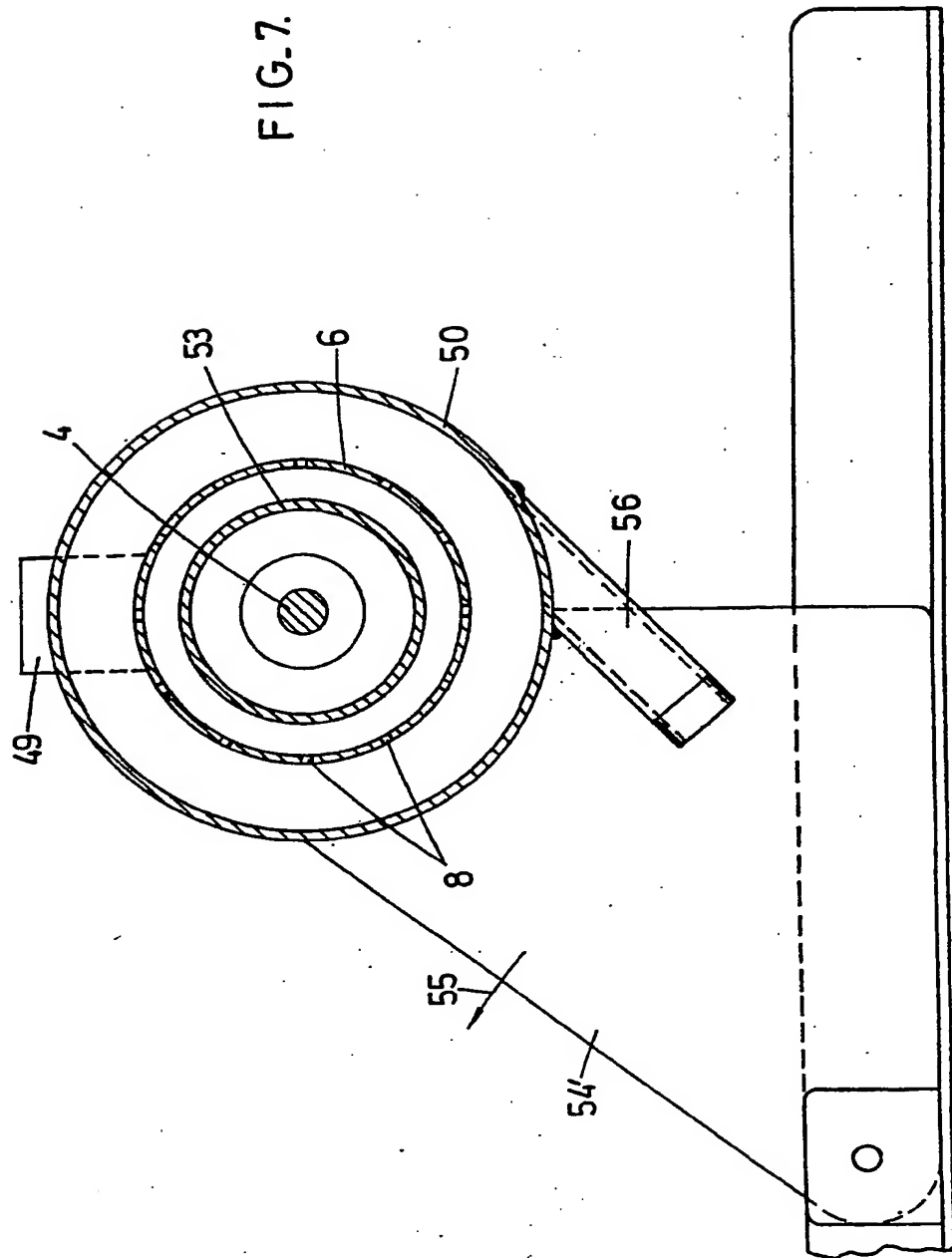


FIG. 7.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.